



Foto: Mauricio Cabrera

Pradera de trébol rojo de segundo año.

# MANEJO DE YUYOS COLORADOS RESISTENTES EN PRADERAS DE TRÉBOL ROJO

Ing. Agr. PhD Tiago Edu Kasparý<sup>1</sup>

Ing. Agr. Juan Ignacio Armas<sup>2</sup>

Ing. Agr. José Antonio Fernández<sup>2</sup>

Ing. Agr. PhD Milton Alejandro García<sup>1</sup>

Téc. Agrop. Mauricio Cabrera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sistema Agrícola-Ganadero y Área de Pasturas y Forrajes - INIA

<sup>2</sup>Técnicos independientes

La evolución de casos de yuyos colorados en los sistemas agrícola-ganaderos es una problemática preocupante por la continua reducción en las opciones de manejo químico disponibles. En este artículo se buscó evaluar opciones de herbicidas selectivos para praderas de trébol rojo y eficaces para el control de los yuyos resistentes a glifosato y diclosulam.

Los sistemas de producción uruguayos enfrentan actualmente diversos desafíos que involucran la eficiencia y sostenibilidad ambiental, social y económica. En este contexto, el manejo de las malezas es un factor clave en la búsqueda del equilibrio productivo, siendo actualmente imperioso realizar un eficaz manejo de estas especies, con el menor impacto posible sobre el sistema. Durante muchos años los sistemas productivos basados en la siembra directa,

usaron el control químico como la única herramienta de manejo de malezas, seleccionando poblaciones de varias especies por resistencia a herbicidas. La resistencia de malezas a herbicidas es un tema de creciente preocupación a nivel mundial por generar diversos inconvenientes, tanto a nivel productivo como ambiental. Entre tales problemas se pueden citar la disminución de opciones de control químico, pérdidas productivas por la interferencia de malezas no

controladas, la pérdida de biodiversidad y el aumento de las dosis y frecuencia de utilización de herbicidas. Entre las principales malezas problemáticas en Uruguay se destaca la presencia en campos agrícolas de plantas del género *Amaranthus*, comúnmente conocido como yuyos colorados (YC). En Uruguay son reportadas tres especies como las más problemáticas, que presentan múltiples relatos de resistencia a herbicidas, el *Amaranthus hybridus*, *A. palmeri* y *A. tuberculatus*, la primera autóctona y las otras dos ingresadas a través de la importación de maquinaria contaminada.

Estas especies presentan resistencia a por lo menos dos importantes modos de acción herbicida, los inhibidores de la *acetolactato sintasa* (ALS) e inhibidor de la *5-enolpiruvilshikimate-3-phosphate* (EPSPS), específicamente son resistentes a diclosulam y glifosato (Kaspary *et al.*, 2020). En este escenario el uso de praderas en rotación con cultivos agrícolas volvió a ser una importante alternativa para manejar los problemas relacionados a la agricultura continua, especialmente en referencia al manejo de malezas. En este contexto, el trébol rojo (*Trifolium pratense*) es una buena alternativa en la formación de pasturas de largo período, asociado a festuca, debido a que presentan muy buena adaptabilidad a las condiciones climáticas de Uruguay, resultando una excelente opción forrajera.

La presencia de YC en semilleros de trébol rojo puede ser un potencial contaminante de lotes de semillas producidas, porque las semillas de estas y otras praderas, así como de los YC son muy pequeñas y difícil de ser separadas y/o removidas después de la cosecha (Figura 1). Por otra parte, la pradera y los YC son plantas dicotiledóneas, factor que reduce la oferta de productos selectivos al trébol rojo y eficaz en el control de estas malezas. En consecuencia, la interferencia de YC es frecuentemente relatada en praderas compuestas por festuca o tréboles, reduciendo la cantidad y calidad del forraje producido, además de ser fuentes de contaminación en caso de chacras que se utilicen para producción de semillas.

En este contexto, seleccionar opciones de herbicidas selectivos al trébol rojo y eficaces en cuanto al control de los YC es fundamental para el correcto manejo de estas malezas. Con la finalidad de contribuir al correcto manejo de YC en trébol rojo fueron desarrollados ensayos de campo e invernáculo, para evaluar la selectividad de distintos herbicidas así como el control de las tres especies de *Amaranthus* problema en Uruguay.

### SELECTIVIDAD DE HERBICIDAS EN *Trifolium pratense*

La selectividad de trébol rojo a diferentes herbicidas, o mezcla de estos, fue evaluada en un ensayo a campo realizado entre los meses de diciembre de 2019 y junio de 2020.



**Figura 1** - Semillas de diferentes especies de pasturas (A - Trébol rojo; B - Trébol blanco; C - Lotus) y de Yuyos colorados (D - *A. palmeri*; E - *A. tuberculatus*; F - *A. hybridus*), además de mezclas de semillas de pasturas con malezas (G - T. blanco con YC; H - Lotus con YC; I - T. rojo con YC). INIA - LE, 2023.

Fuente: Tiago Kaspary

En este ensayo, fueron probados siete tratamientos herbicidas con diferentes mecanismos de acción para el manejo de YC en pradera de segundo año de *Trifolium pratense*, además de un testigo sin aplicación (Cuadro 1). El herbicida glifosato fue utilizado a sabiendas de que no es selectivo al trébol, pero se buscaba evaluar la tolerancia/resistencia de los *Amaranthus* a este herbicida.

**Cuadro 1** - Tratamientos pre y postemergentes utilizados en trébol rojo para el control de yuyos colorados, a nivel de campo e invernáculo. Soriano - UY, 2020.

Tratamientos	Dosis (g ia/ha o g ea/ha)	Nombre comercial	Dosis producto comercial (kg o L/ha)	Fecha de aplicación <sup>3</sup>
Testigo	-	-	-	
Glifosato	1440	Panzer G	4	17/01/20
Diflufenican <sup>1,2</sup>	100	Boydal FE	0,2	26/12/19
S-metolaclor <sup>1</sup>	1632	Dual Gold	1,7	26/12/19
Diflufenican + S-metolaclor <sup>1</sup>	75+1440	Boydal FE + Dual Gold	0,15+1,5	26/12/19
Flumetsulam <sup>1</sup>	180	Preside	1,5	26/12/19
2,4DB <sup>2</sup>	1140	Venceweed	1,5	17/01/20
MCPA <sup>2</sup>	300	MCPA 75	0,4	17/01/20

<sup>1</sup>Herbicida utilizado como preemergente de YC; <sup>2</sup>Herbicida utilizado como postemergente de YC; <sup>3</sup> Fecha aplicación ensayo de campo.

En la evaluación de fitotoxicidad de trébol rojo a los 30 días después de la aplicación (DAA) de diferentes herbicidas, se puede observar que los tratamientos preemergentes que causaron mayor efecto fueron el diflufenican y diflufenican + s-metolaclor aproximadamente con cerca de 11 y 18 % de fitointoxicación, respectivamente (Cuadro 2). Por su parte, s-metolaclor y flumetsulam no presentaron daño superior a 12 % en la comparación con el testigo no aplicado, mostrando ser buenas opciones para manejar malezas adentro de la pastura ya implantada de trébol rojo. En tanto que los herbicidas post-emergentes 2,4-DB y MCPA a los 15 DAA generaron fitointoxicación de aproximadamente 30 %.

A los 60 DAA el herbicida diflufenican presentó una fitointoxicación sobre el trébol rojo de 25 %. Por otra parte, los herbicidas 2,4-DB y MCPA redujeron su efecto de fitotoxicidad de 15 %, apuntando a una recuperación

Los herbicidas utilizados en pradera de trébol rojo ya establecido generaron bajo nivel de fitotoxicidad ( $\leq 30\%$ ) y efecto sobre la acumulación de materia seca, considerándose selectivos a esta pastura (excepto glifosato).

de la pradera. Los bajos porcentajes de fitointoxicación generado por los herbicidas sobre el trébol rojo fueron corroborados en la evaluación de desarrollo de la pradera a partir del índice de vegetación NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), de donde surge que no hubo diferencias significativas para estos índices entre los herbicidas aplicados, cuando fueron comparados al testigo (sin aplicación).

**Cuadro 2** - Fitotoxicidad (%), NDVI y Materia seca (Kg/ha) de trébol rojo en función de los tratamientos herbicidas utilizados, Soriano - UY, 2020.

Tratamientos	Fitotoxicidad II (30 pre y 15 post)	Fitotoxicidad III (60 pre y 45 post)	NDVI (60 pre y 45 post)	Materia seca (60 pre y 45 post)
Testigo	0,00 D	0,00 E	58,50 A	1598,00 A
Glifosato	45,00 A	100,00 A	27,25 B	0,00 D
Diflufenican <sup>1,2</sup>	11,25 C	25,00 B	56,25 A	1267,50 B
S-metolaclor <sup>1</sup>	2,50 D	8,00 D	56,75 A	1528,80 A
Diflufenican + S-metolaclor <sup>1</sup>	17,50 C	2,50 DE	59,75 A	1115,70 BC
Flumetsulam <sup>1</sup>	11,25 C	10,00 CD	60,00 A	1091,90 BC
2,4DB <sup>2</sup>	30,75 B	8,75 CD	56,25 A	971,10 C
MCPA <sup>2</sup>	28,75 B	14,75 C	58,00 A	1565,00 A
Promedio	18,38	19,31	54,09 A	1142,25
CV (%)	18,69	14,92	5,45	16,83

<sup>1</sup>Herbicida utilizado como preemergente de YC; <sup>2</sup>Herbicida utilizado como postemergente de YC.

**Cuadro 3** - Número de plantas de *Amaranthus* spp. emergidas 21 días después de la aplicación de los tratamientos pre-emergentes (DAT), INIA - LE, 2021.

Tratamientos	<i>A. hybridus</i>	<i>A. palmeri</i>	<i>A. tuberculatus</i>
Testigo	22,00 Aa	26,00 Aa	26,25 Aa
S-metolacloro	0,00 Ca	0,00 Ba	0,00 Ba
Diflufenican + S-metolaclor	0,00 Ca	0,00 Ba	0,00 Ba
Flumetsulam	8,50 Bb	26,50 Aa	21,50 Aa
Promedio	7,62	13,12	11,94
CV (%)	14,38		

<sup>1</sup>letras minúsculas indican diferencias entre columnas; letras mayúsculas indican diferencias entre filas.

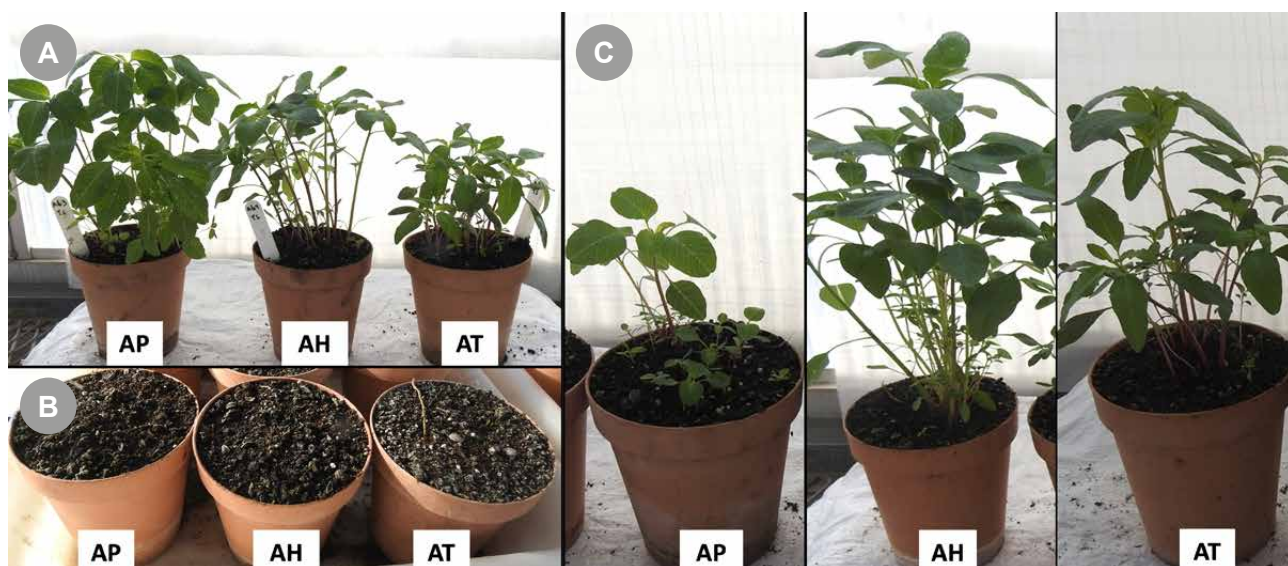
La excepción fue el glifosato, producto no selectivo para el trébol rojo, que generó la muerte de la pradera y consecuentemente redujo el índice NDVI (Cuadro 2).

La producción de materia seca del trébol rojo, evaluada a los 60 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos pre y postemergentes, fue afectada negativamente por todos los herbicidas utilizados con excepción para los tratamientos S-metolaclor y MCPA (Cuadro 2).

Para este ensayo, el peor desempeño fue observado para las parcelas que llevaron aplicación de 2,4-DB, flumetsulan y diflufenican, con reducciones en la materia seca de la pradera de aproximadamente 60, 500 y 330 kg/ha cuando fue comparado con el testigo que produjo 1598 kg de Ms/ha. Por otra parte, el herbicida MCPA por más que haya mostrado síntomas de fitointoxicación, estos no impactaron en la producción de materia seca de la pradera, no difiriendo del testigo.

### CONTROL DE YUYO COLORADO CON HERBICIDAS PRE Y POSTEMERGENTES UTILIZADOS EN PRADERA DE TRÉBOL ROJO

En ensayos de invernáculos, los herbicidas pre-emergentes utilizados y selectivos al trébol rojo también fueron aplicados sobre las distintas especies de YC donde, habiéndose evaluado la emergencia de estas malezas, fue posible comprobar la total inhibición de la emergencia generada por los tratamientos s-metolaclor y diflufenican + s-metolaclor (Cuadro 3). Sin embargo, el herbicida flumetsulan, un inhibidor de la enzima ALS, no generó reducción en la emergencia de las especies *A. palmeri* y *A. tuberculatus* cuando fueron comparadas al testigo sin herbicida, en tanto que para la especie *A. hybridus* generó reducción en la emergencia de aproximadamente 60 %. De este modo, se puede inferir que las especies de *A. palmeri* y *A. tuberculatus* ya son tolerantes/resistentes a este herbicida, por lo cual este producto no es una opción de manejo eficaz para estas poblaciones.



**Figura 2** - Emergencia de *Amaranthus palmeri* (AP), *A. hybridus* (AH) y *A. tuberculatus* (AT) a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas: A - testigo; B - s-metolaclor y C - flumetsulam. INIA LE - 2021.

Fotos: Tiago Kaspary

**Cuadro 4** - Control (%) de *Amaranthus* spp. con herbicidas postemergentes a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos (DAT), INIA-LE, 2021.

Tratamientos	<i>A. hybridus</i>	<i>A. palmeri</i>	<i>A. tuberculatus</i>
Testigo	0,00 Da	0,00 Ea	0,00 Da
Glifosato	98,75 Aa	23,50 Db	19,50 Cb
2,4-DB	100,00 Aa	100,00 Aa	100,00 Aa
MCPA	61,25 Ca	47,75 Cb	57,50 Ba
Diflufenican	78,75 Ba	61,25 Bb	62,50 Bb
Promedio	67,75	46,50	47,90
CV (%)		11,24	

letras minúsculas indican diferencias entre columnas; letras mayúsculas indican diferencias entre filas.

El control de YC obtenido por los tratamientos post-emergentes evidenció que las poblaciones de *A. palmeri* y *A. tuberculatus* realmente son resistentes al glifosato, mientras que *A. hybridus* tuvo control satisfactorio con este herbicida (Cuadro 4; Figura 3).

Con respecto a las opciones de control, el herbicida 2,4-DB fue el que demostró el mejor desempeño, con 100 % de las plantas muertas. Por otra parte, el MCPA no fue eficaz en el control de los YC y el diflufenican utilizado en post-emergencia presentó control de 78, 61 y 62 % para el *A. hybridus*, *A. palmeri* y *A. tuberculatus*, respectivamente.

### CONSIDERACIONES FINALES

Los herbicidas utilizados a nivel de campo sobre trébol rojo de segundo año generaron bajo nivel de fitotoxicidad y efecto sobre la acumulación de materia seca, considerándose selectivos a esta pastura. El herbicida s-metolaclor utilizado solo o asociado con diflufenican inhibió la emergencia de YC. Por otra parte, en post-emergencia la opción más eficaz fue el 2,4-DB

Las opciones de manejo post-emergente de los YC en trébol rojo son cada vez más reducidas. Incluso el herbicida 2,4-DB, selectivo a la pradera y eficaz en controlar las malezas, puede tener su uso cuestionable por las pérdidas en acumulación de MS generada.

que, si bien genera alguno efecto de fitotoxicidad sobre el trébol rojo, es una excelente opción de manejo para los YC.

### BIBLIOGRAFÍA

KASPARY, T. E., et al. Identificación de ocurrencia y manejo de yuyos colorados (*Amaranthus* spp.) Resistentes a herbicidas en Uruguay. Revista INIA Uruguay, 2020, no.62, p.50-54. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/14736/1/Revista-INIA62-Setiembre-2020-p-50-54.pdf>



**Figura 3** - Control de *Amaranthus palmeri* (AP), *A. hybridus* (AH) y *A. tuberculatus* (AT) a los 21 días después de la aplicación de los tratamientos herbicidas: A - testigo; B - MCPA; C - diflufenican y D - 2,4-DB. INIA LE - 2021.